УДК 550.83 + 004.924

ЗАМЕЧАНИЯ О СТРАТЕГИИ СОЗДАНИЯ ЦИФРОВЫХ БАЗ ДАННЫХ ГРАВИМЕТРИИ В УКРАИНЕ

Ю.И. Дубовенко
Институт геофизики им. С.И. Субботина НАН Украины, пр. Акад. Палладина, 32, г. Киев, 03680, Украина, e-mail: nemishayeve@ukr.net

Сформулированы адекватные геофизической практике требования к оптимальности и точности средств интерпретации данных потенциальных полей. Указана необходимость переинтерпретации архивных данных, с целью создания геофизических баз данных. Указано, что главной проблемой является создания скоростных решений для оцифровки гравиметрических карт.
Обобщён ряд направлений, обосновывающих новую методологию создания гравиметрических (и других) баз данных для территории Украины. Предложено использовать в качестве:

- ядра базы данных – СУБД PostgreSQL;
- способа оцифровки бумажных карт – модифицированный способ А. Якимчика (исходная информация для оцифровки не карты изолиний, а журнал пунктов измерений;
- нового стандарта первичной обработки гравиметрических данных – адаптированный способ С. Бычкова.

Рекомендовано добавить в комплект карт для интерпретации карты абсолютных значений поля силы тяжести; объединить в открытом интерфейсе взаимодополняющие данные по участкам исследований. Для обеспечения методологии рекомендовано соответственно изменить Инструкцию по гравиразведке от 1980 г. Следует изменить не гриф секретности, а понятие интеллектуальной собственности: заменить конкуренцию в доступе к *данным* измерений конкуренцией *результатов* интерпретации данных.

Ключевые слова: гравиметрия, базы данных, оцифровка карт, переинтерпретация архивных данных, каталог гравиметрических пунктов, абсолютные значения силы тяжести, новый стандарт.

Введение

После почти двух десятилетий упадка, вызванного резким сокращением объёма полевых съёмок и развитием мобильных методов приповерхностной геофизики, гравиразведка снова переживает определённый подъём. Он вызван переориентацией заказов на геологоразведку с государственного в частный сектор геофизики, вследствие новых общественных отношений. Частные компании предъявляют повышенные требования к оптимальной по затратам методике (за *минимум* времени выполнить *максимум* работ *приемлемого качества*) и точности (разрешающей способности) *измерений*. Современная зарубежная аппаратура и проверенные временем методики измерений адекватны современным требованиям к получению данных. Но нам нужен также и совместимый ресурс данных, отвечающий этому аппаратному основанию.

Но такие же требования по оптимальности и точности предъявляют и к средствам *интерпретации* данных потенциальных полей, присутствующих в современной геофизической практике.

Цель настоящего сообщения – обобщить и разработать технические условия к обретению, хранению и обмену данными гравиметрии. В частности, выдвигаются к базам данных (а также моделей и алгоритмов), следующие требования:

1. высокая *точность*, технологичность (расширяемость, совместимость форматов) и мобильность (работа в разных конфигурациях “железа” и программного обеспечения) алгоритмов и программ;
2. адаптация математических моделей поля к реалиям измерений: заданию исходных измерений на коротких профилях или в нерегулярных сетях наблюдений;
3. адаптация математических моделей геологической среды к реалиям её строения: сложному (нелинейному и неоднородному) состоянию структур, дисперсии физических свойств.

Ввиду наличия в архивах огромного объёма измерений второй половины XX ст. приемлемого качества, много внимания уделяется вопросам их переинтерпретации. Но, вследствие повышенных требований к точности и эффективности интерпретации, переработка больших объёмов гравиметрических данных требует выполнения следующих действий:

1. инкорпорации новых *численных методов* и моделей [3-6] для интерпретации данных гравиметрии;
2. введения нового базиса гравиметрии и изменения существующих *стандартов* предобработки [1, 13];
3. использования новых *способов* подготовки цифровых карт и баз данных [11, 12];
4. внедрения новых представлений исходных данных [8].

Все указанные направления совершенствования методов обработки данных потенциальных полей находятся на разной степени развития. Все они развиваются с прицелом на создание цифровых

аналитических моделей поля и геологической среды, ориентированных на применение в пакетах ГИС (визуальная модель интерактивной интерпретации). Для создания единой цифровой основы для геофизических баз данных нужно превратить хранящиеся в архивах бумажные карты в разных редукциях в цифровую форму, но с учётом указанных выше требований. Ввиду изложенного, проблема создания скоростных недорогих решений для оцифровки картографического наследия предыдущей эпохи развития геофизики и создание цифровых баз данных на современных программных платформах не потеряла своей актуальности. Концептуальный анализ вышеуказанных проблем и составляет суть применяемой в исследовании **методологии**.

Кроме того, господствующие стереотипы мышления в геофизике (в частности, инструкции о получении и предварительной обработке данных гравиметрии второй половины XX века), тормозят общий прогресс наук о Земле. В тоже время, информационный кризис, достигнувший и сферы наук о Земле, требует систематизации знаний и обобщения методик. Смена парадигмы геофизических исследований за одно поколение вынуждает исследователей взаимодействовать дистанционно, равно как и с производством – ради взаимовыгодного обмена идей, средств, навыков. Общая тенденция движется по пути создания *интерактивных* баз знаний на основе *открытых* тематических интернет-порталов. Последние объединяют в едином интерфейсе теоретические методы, численные алгоритмы, программы, базы данных – от гравиметрии до ядерной геофизики. Создавать такие базы знаний следует на основе единой государственной программы.

Основным наполнением таких порталов должны стать цифровые базы данных (и наборов карт) потенциальных геофизических полей. На их основе объединённые дистанционно виртуальные коллективы учёных разных организаций смогут многократно воссоздавать цифровые модели геологической среды для научных и промышленных организаций.

При этом следует обязательно учитывать, что известные в геологии программы трассирования и оцифровки (такие как Surfer, Easy Trace, ErMapper, MapInfo, ArcGIS, CorelDraw и др.) имеют очень медлительные и тяжеловесные режимы оцифровки, несовместимые форматы данных, слабые средства анализа, запутанный интерфейс, многоуровневые процедуры, неспособны к обработке больших массивов данных и т.п. Поэтому, на замену экстенсивному пути развития цифровой картографии (больше производительность – больше данных) должен прийти интенсивный путь (больше данных – больше возможностей).

Обобщение и предобработка исходных данных

Мы предлагаем серию обобщений, обосновывающих потребность в разработке новой методологии для создания многокомпонентных баз данных геолого-геофизической информации (преимущественно данных потенциальных полей) для территории Украины. Но далее имеются в виду данные гравиметрии, как наиболее близкие автору сообщения. Здесь нами рекомендованы к рассмотрению следующие **результаты**.

1. В качестве ядра базы данных вполне можно использовать PostgreSQL, согласно анализу [12]. Действительно, геологические базы данных ныне не ограничены только хранением и организацией доступа к данным для исследователей. Однако, единый подход к разработке подобных баз данных до сих пор не разработан. Сравнительный анализ тенденций в СУБД для управления большими массивами пространственно распределённых данных, с учетом возможности визуализации и обработки данных, показал, что наиболее удобными и стабильными программами для построения ГИС карт и компоновки пространственных данных являются Oracle и PostgreSQL. Предпочтение отдано последней ГИС ввиду её открытого статуса.

Среди преимуществ СУБД PostgreSQL отметим надёжность и безопасность данных (доступ к БД осуществляется на основе движка корпоративной идентификации, типа LDAP или Kerberos, обмен данными производится по SSL связи). Для обработки географических (геологических) данных имеется расширение PostgreSQL – Postgis, работающее с любыми ГИС объектами. PostGIS создает запросы SQL с пространственными функциями, поддерживает растры и GiST индексы. GiST индексы предпочтительны перед R – деревьями, вследствие нуль-безопасной обработки данных и поддержку потерь (вызовы ГИС индексов свыше 8K сохраняют в индексе только значимую часть информации обьекта). Спецификация OpenGIS поддерживает два способа обмена пространственными объектами – Well-Known Text (WKT) и Well-Known Binary (WKB), т.е., текстовые либо бинарные атрибуты. Оба формата можно легко экспортировать в среду открытых ГИС, типа Quantum GIS.

2. В качестве процедуры оцифровки бумажных карт – технологию [11], которая использует в качестве исходной информации до начала оцифровки не обычные *карты изолиний*, а новый тип цифровой информации в виде электронного *журнала измерений*. Здесь переводится не бумажная

карта изолиний в такую же цифровую карту изолиний, со всеми ее ошибками и проблемами, а *карта фактажа* (рис. 1а) – в цифровую грид-карту аномалий, готовую к обработке в среде специализированных пакетов программ. Поправка только на то, что со времени публикации [11], ввиду прогресса ГИС-технологий, рекомендуется заменить используемые там проприетарные программы на open-source [7, 12]. И эту же тенденцию к open-source основанию средств обработки следует заложить в стратегию дальнейшего развития проекта баз данных. Обработка должна стать рутиной: сочетая разнородные данные и априорные предположения в онлайн-сервисах обработки, получаем серию допустимых математических моделей среды, из которых на следующем этапе избираем оптимальную модель (куб). На основе его истолкования получаем искомую физическую модель среды.

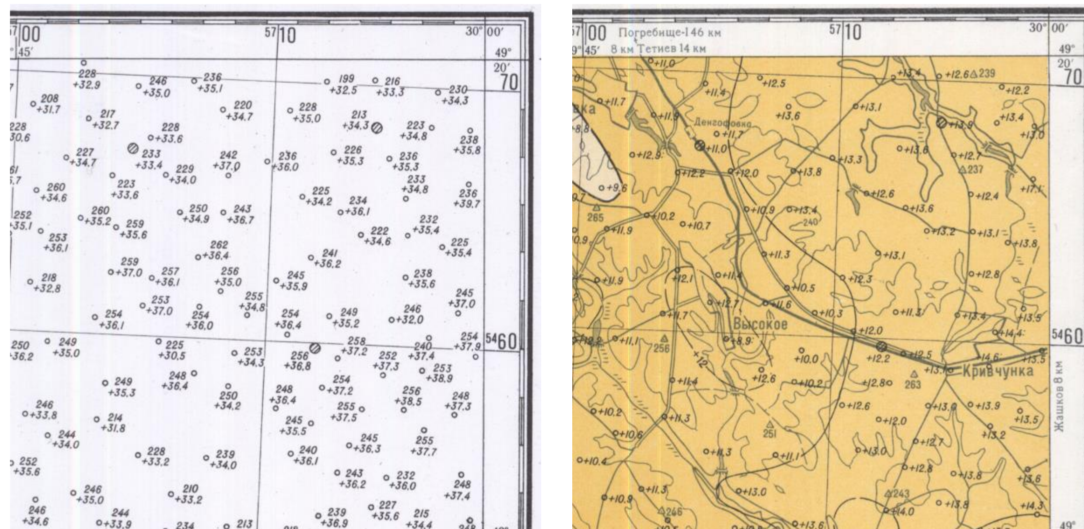


Рис. 1а. *Фрагмент гравиметрической карты СССР М-35-ХХХ масштаба 1:200000: слева – высоты пунктов наблюдений, справа – аномалии Буге (σ = 2.3 г/см^3).*

Следует отметить некоторые ключевые положения создания цифровых карт, описанные в статье [11] для более детального рассмотрения. Итак, как указано в [11], известные процедуры ввода картографических изображений посредством дигитайзера и сканера для преобразования научных криволинейных типов данных в цифровую форму сложны и затратные по времени. Так, программа ввода карт со сканера [10] выполняет 10 операций: введение и кодирование изображения → сглаживание контуров → удаление шума → выделение скелета → кусочно-линейная аппроксимация → прослеживание сегментов изолиний → оцифровка значений изолиний → запись результатов.

Для обработки и интерпретации геофизической информации, получаемой из карт фактического материала, на данном этапе все ещё необходима автоматизация их ввода в компьютер. С развитием ГИС, стало возможным упростить эту процедуру, например, следующим образом (обработка изображений рельефа): сканирование карты → запись в файл → загрузка в Golden Software Surfer → оцифровка карты → запись высот в файл данных (x и y автоматически, высота z вручную) → экспорт файла. Сейчас сканирование можно заменить фотокопией высокого разрешения, сделанной цифровым фотоаппаратом при надлежащем освещении. Недостатки этого способа следующие:

1. оцифровка горизонталей снижает точность и достоверность определения точек координат и значений поля в этих точках;
2. Surfer 11 удлиняет время оцифровки, давая при этом неоднозначные результаты: (разные операторы будут получать разные результаты, в зависимости от разных методов интерполяции);
3. трудоёмкость и неудобство оцифровки значительно усложняют всю процедуру.

Разработан новый метод оцифровки сканированных карт фактического материала с помощью ГИС MapInfo Pro с целью обеспечить автоматизацию, достоверность, точность и минимальное время ввода графики в компьютер в сети геодезических/прямоугольных координат. Мы используем в качестве исходных данных сканированные карты фактического материала (карты гравиметрических пунктов), содержащие грид точек наблюдений и значения аномалий в этих точках (рис. 1b), где обозначены: кружками – точки наблюдений; дробями – значения аномалий/высот; пунктиром – изолинии, полученные из интерполяции по площади; [i] – панель операций для обработки изолиний.

До начала основной процедуры, мы калибруем лист карты по углам внутренней рамки: в программе Photomod GeoCalc 4.2 преобразуем *геодезические* координаты углов карты трапециевидной рамки в *прямоугольные* координаты листа карты. Координаты этих опорных точек помогут определить автоматически координаты всех остальных точек. Суть методики оцифровки состоит в последовате-

льном исполнении следующих 4 шагов [11].

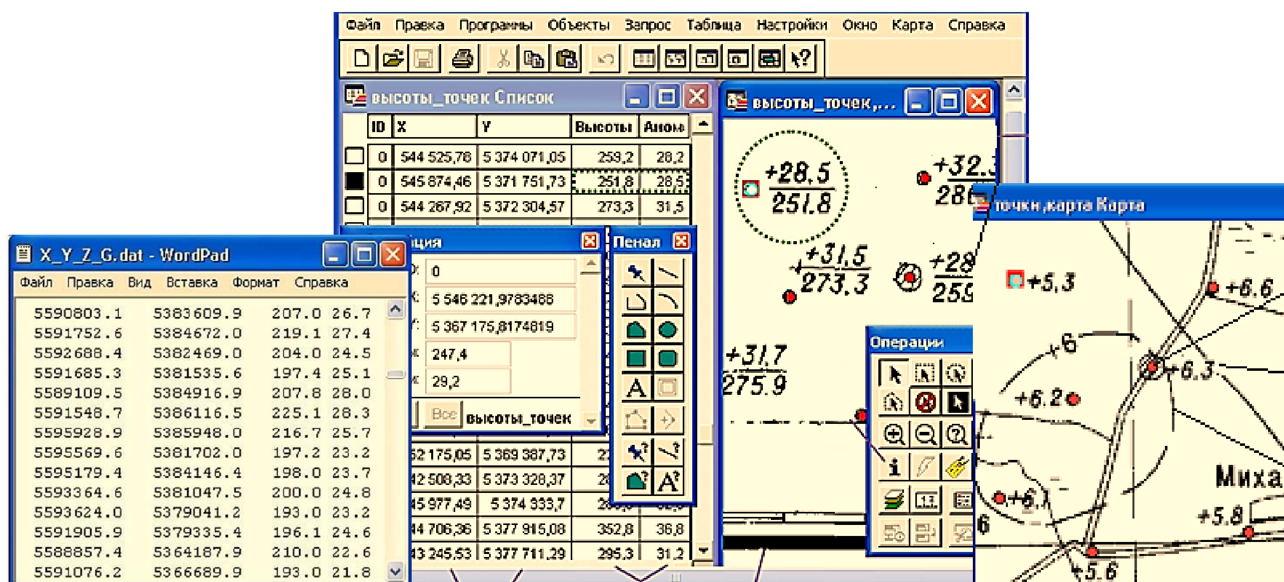


Fig. 1b. Fragment of MapInfo interface for the factual gravity values digitizing by the new procedure: anomaly values input during digitizing grid-map of observations.

а) **Регистрация растра**. Чтобы верно сопоставить растр с векторными данными поверх него, регистрируем растровое изображение: в окне "Регистрация изображения" ГИС MapInfo задаём координаты опорных точек, тип проекции растра: *Файл* → *Открыть таблицу* → *Тип файла* → *Растр* и, выбрав файл снимка, → *Открыть* → *Регистрировать* → "Регистрация изображения": задать проекцию скана карты, зафиксировать 4 угла внутренней рамки, в окне "Добавить контрольную точку" задать их *прямоугольные* координаты → *Сохранить набор*. В верхней части окна "Регистрация изображения" будут отображаться координаты 4 контрольных точек, т.е., растр зарегистрирован.

б) **Векторизация**. Компьютерная карта представляет совокупность слоёв, содержащих различные типы информации: области, точки, линии, текст и т.п. Для управления слоями используют панель *Операции* → *Управление слоями*. Для оцифровки точечных объектов их наносят на *косметический слой* карты: открываем рабочий лист, включаем режим *Узлы*, задаём *Карта* → *Управление слоями* → выбираем косметический слой из списка, ставим флажок *Переменный*, выбираем *Стиль символа* → задаём символы, шрифты, цвет и размер всех точечных объектов в косметическом слое. Затем выбираем инструмент рисования *Символ*, наводим курсор на то место карты, где наносится точечный объект, фиксируем его левой кнопкой мыши на фоне растровой подложки. После нанесения всех точек сохраняем векторные объекты в существующей/новой таблице: *Карта* → *Сохранить косметику*. Запускаем MapBasic, заходим в закладку "Записать координаты обьекта"; программа автоматически заполнит два столбца таблицы значениями координат в заданной проекции. После этого следует перестроить заново структуру вычисляемой таблицы.

в) **Ввод значений аномалий**. Задаём численные значения для каждой точки слоя на карте. Для этого откроем таблицу как карту и как список и расположим окна рядом. Затем выделим в правом окне объект, а в левом введём вручную значение аномалии. Повторим процедуру для остальных точек и сохраним таблицу: *Файл* → *Сохранить таблицу*. Здесь точечный объект выделяется одновременно и справа и слева, поэтому не будет пропущена ни одна точка.

г) **Экспорт в ASCII.** В MapInfo экспортируем табличные данные в ASCII файлы, выбрав символ-разделитель в окне "ASCII-текст". Затем следует провериь полученный файл и загрузить его в среду интерпретации геофизических полей, типа Geosoft Oasis Montaj, ModelVision, GeoModeller.

Этот способ обеспечивает точность и эффективность оцифровки геофизических карт; максимальную автоматизацию, достоверность, простоту и удобство введения картографической информации в компьютер в среде ГИС;ускорение решения прикладных задач в науках о Земле.

Существенным моментом этой методики является возможность задействовать различные программы для калибровки карт, в том числе, собственной разработки, если они поддерживают пакетную обработку данных. Кроме того, из 4 основных вышеуказанных процедур векторизацию и экспорт данных можно автоматизировать, а остальные получат такую возможность в будущем, с развитием удобных программ распознавания образов и геофизических банков данных.

Наши предложения к методике, описанной выше, таковы. Следует применять вместо дорогих проприетарных программ MapInfo (его функционал не задействован полностью) open-source ГИС

Quantum GIS Wroclaw 1.7.4, а вместо проприетарного Photomod GeoCalc 4.2 использовать апплет "Пакетный конвертер координат" из open-source пакета OkMap [7].

3. В качестве новых стандартов редуцирования и первичной обработки гравиметрических данных ввиду возросшей точности и детальности исследований с учётом поправок за кривизну слоя, рельеф местности и косвенные эффекты, следует принять точку зрения Бычкова С.Г. и др. [1]. Они советуют вносить поправки в данные гравиметрии за косвенные эффекты, влияние атмосферы, за сферический слой (новые региональные поправки Буге). Чтобы не вносить такие исправления в каждую сьёмку, нужно один раз рассчитать комплекс поправок и хранить их в базе данных.

Ввиду этого следует избавиться от предшествующих стереотипов в вычислениях аномалий силы тяжести при создании цифровых баз данных. При этом следует сразу разработать для основных структурных зон территории Украины свои параметры расчёта гравиметрических поправок по новым стандартам (геоид ПЗ-90), взяв во внимание существующие наработки (рис. 2), а также изменить соответствующим образом Инструкцию по гравиразведке от 1980 г.

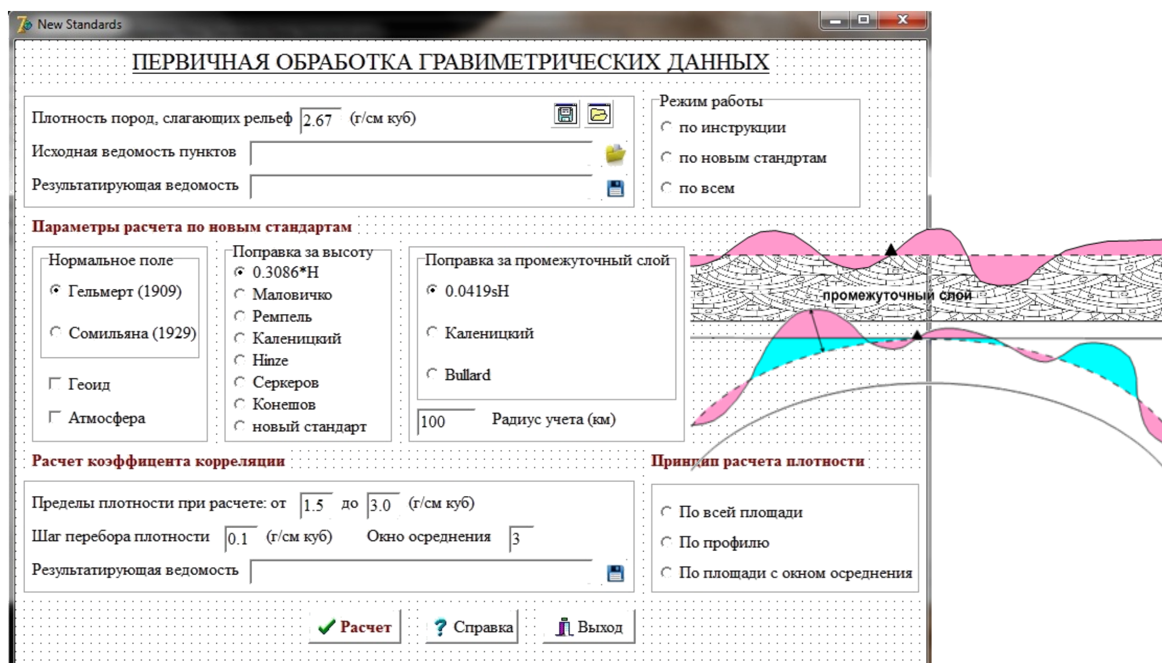


Рис. 2. *Интерфейс программы New Standards [1] для предобработки гравиметрических измерений и его обоснование.*

Разработка гравиметрических поправок для геолого-тектонических зон и условий Украины только начинается. Таким образом, проблема перехода на новые стандарты гравиметрических поправок теоретически обоснована, но её численные значения для основных структурных зон территории Украины нуждаются в дальнем пересмотре.

Исходные данные гравиметрии и их новое представление

4. Следующее обобщение, также требующее изменения положений Инструкцию по гравиразведке от 1980 г., содержится в сообщении [8]. Здесь обосновано использование карты абсолютных значений поля силы тяжести $g_{набл}$ масштаба 1:1000 000, созданной для территории Украины усилиями ряда украинских НИИ. Само создание этой карты на базисе надёжной высотной цифровой основы дневной поверхности (созданной в НИИ геодезии и картографии в виде таблиц значений высот в Балтийской системе отсчёта) ярко свидетельствует в пользу создания единого центра данных в сети интернет. Имея подобную основу, создана и карта *абсолютных значений* $g_{набл}$ и ряд трансформант (рис. 3). Карта $g_{набл}$ создана путём пересчёта по формуле Гельмерта на регулярной матрице по данным сводной карты аномалий Буге ($\sigma = 2.3.$ г/см^3) масштаба 1:200 000 из комплекта карт Геофизической основы для Тектонической карты Украины масштаба 1:1000 000 Теперь, чтобы получить уточнённую карту, либо карты трансформант поля, достаточно изменить формулу пересчёта либо параметры эллипсоида (датум) в интерфейсе базы данных.

В настоящее время удешевление аппаратуры и увеличение ее вычислительной мощи, развитие и доступность новых ГИС-технологий для работы с 3D данными позволяют задействовать ГИС в обработке данных гравиметрии. Но для анализа пространственного распределения геофизических характеристик необходимы массивы данных гравиметрических сьёмок в цифровом виде. Сьёмки мас-

штаба 1:200000 с сечением изоаномал 1-2 мГал покрывают 100% территории Украины, сьёмки масштаба 1:50000 с сечением изоаномал 0.5 мГал – 38% территории, а сьёмки масштаба 1:50000 и больше с сечением 0.1÷0,25 мГал – 31% территории. Общая площадь гравиметрических сьёмок составляет ~603700 км^2, и состоит из ~14,5 млн точек наблюдений. Но все это представлено в бумажном виде.

Современный уровень технологий предоставляет возможность: во-первых, оперативно уточнять (повышать кондиционность) карты с помощью мобильных технологий (в том числе, сьёмки с помощью беспилотных летательных аппаратов); во-вторых, создавать цифровой растр без использования дигитайзеров, сканеров (достаточно сделать фотоснимок высокого разрешения и препарировать в любом редакторе изображений); в третьих, главными цифровыми форматами данных должны быть форматы Surfer (*dat) и ArcView (*.shp) – любые другие являются производными от этих двух; в-четвертых, использовать при создании и управлении базами данных, в большинстве случаев, открытое ПО – не только ради экономии средств, но и в целях *расширяемости* и *мобильности* приложений. Если будут созданы банки геофизических данных, все программы оцифровки изображений станут излишними в арсенале геофизика, и можно будет сосредоточиться на моделировании.

В геологических фондах огромное множество гравиметрических материалов различного времени и точности аккумулированы на бумаге. Их хранение и эффективное использование возможно только в среде ГИС в процессе создания банков данных. Мы рекомендуем создавать базы данных гравиметрии на основе упомянутого выше способа оцифровки для данных, представленных в виде карт фактического материала, с помощью Quantum GIS. Выбор бесплатной Quantum GIS, по сравнению с дорогими MapInfo и ArcGIS, обоснован не только ценовыми соображениями, но и функционалом, достаточным для обработки геологических приложений.

Поскольку каталоги гравиметровых измерений все ещё недоступны, мы сконцентрировались на оцифровке части гравиметрических карт СССР (на территорию Украины) масштаба 1:200 000, хранящихся в институте геофизики. Работа с ГИС сфокусирована на полуавтоматическое извлечение информации в файл, содержащий горизонтальные координаты точек и значения поля в этих точках.

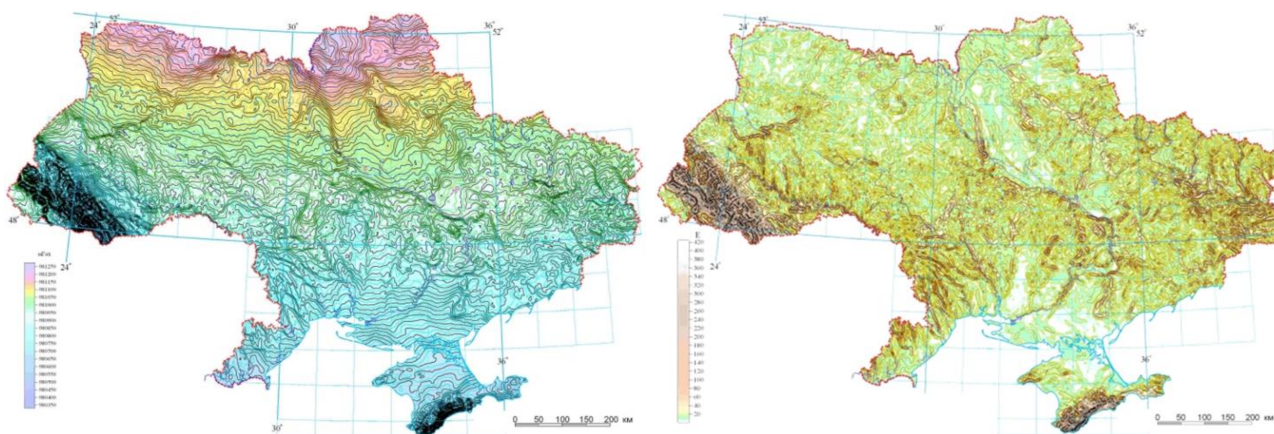


Рис. 3. *Карты абсолютных значений силы тяжести (слева) и её модуля полного горизонтального градиента (справа) со снятым планетарным фоном [8].*

5. Следующее обобщение касается понятия универсальности баз данных: данные измерений имеют наивысшую эффективность в сочетании с данными других методов и средств обработки. Поэтому целесообразно накапливать в едином интерфейсе не только данные измерений, но и наборы карт, каталоги параметров пород и проб, схемы экспериментов, описания методов и матрицы (рабочие форматы) результатов обработки. Ключевой момент – они должны быть доступны для каждого сертифицированного специалиста отрасли, независимо от места выполнения запроса. Это означает, что создавать подобные базы знаний целесообразно в виде тематических порталов с набором карт, алгоритмов и программ. Примеры такой открытости данных есть как в близком (Россия), так и в дальнем (Запад) зарубежье, а в Украине имеется только несколько узкоотраслевых баз данных, недоступных для широкого потребителя [12].

6. Информационный кризис достиг и наук о Земле, что требует систематизации и обобщения знаний. Смена парадигм в пределах одного поколения актуализирует потребность в дистанционном взаимодействии между исследователями и производством – для взаимообмена идей, средств, навыков (символьной математики, цифровой картографии, ГИС, численной оптимизации, визуализации). Такое взаимодействие можно наладить путём создания *интерактивных* баз знаний на основе *открытых* тематических интернет-порталов, какие объединяют теоретические методы, численные алгоритмы, программы и базы данных для основных геофизических направлений – от гравиметрии до ядер-

ной геофизики. Создавать такие базы знаний можно исключительно на основе единой междисциплинарной государственной программы.

Основным наполнением таких порталов должны стать цифровые базы данных (карт) потенциальных геофизических полей. На их основе объединённые дистанционными цифровыми технологиями виртуальные коллективы учёных разных организаций могут создавать цифровые модели геологической среды, как для сугубо научных, так и промышленных потребностей.

7. Важное следствие, вытекающее из этого обобщения, состоит в том, что нужно не просто упразднить гриф секретности, довлеющий над гравиметрическими материалами (сейчас он сменен на гриф ДСП, но получить конкретную выборку от этого легче не стало). Нужно вообще переформулировать понятие интеллектуальной собственности: защищать авторским правом не *исходные данные* измерений, а результат их *интеллектуальной обработки*. При этом результатом считается *рабочий файл данных* конкретного программного средства, а не конечный файл иллюстрации.

Выводы и предложения

Необходима значительная трансформация методики обработки высокоточных гравиметрических данных с учётом современных требований к точности интерпретации и современных данных о высотах геоида и рельефе Земли. Принятие такой стратегии развития баз данных, как экспериментального фундамента наук о Земле, будет иметь непреходящую **практическую ценность**.

В частности,

1. для надёжного прогноза опасных геологических и техногенных явлений, кроме теории и программ, нужен массив данных высокой точности, получаемых из мониторинга геофизических полей на постоянных геофизических полигонах. Отдельные звенья (сейсмическое, магнитное) есть, но – без единого национального центра геофизических данных. В гравиметрии подобные базы данных имеют разрозненный региональный характер и недоступны для специалистов. Ввиду отсутствия разведочных работ начать создание цифровых баз данных стоит путём оцифровки и переинтерпретации архивных материалов.

2. Для этого следует кардинально изменить *условия доступа* к материалам сьёмок и внедрить в стандарт подготовки данных новую методику оцифровки геофизических данных на основе грид-карт пунктов измерений, а не изолиний. Кроме того, следует внедрить новые способы редуцирования аномалий и новые компоненты гравитационного поля в процедуру получения и предобработки данных.

3. Ключевые тенденции развития геофизики – социальные (коммерциализация, кооперация), технологические (сайтизация, мультиметодные вычисления), методологические (геопривязка, управляемая интерполяция, типизация моделей) – требуют создания открытых банков и баз данных. Полученные научные результаты (аналитические методы, цифровые модели и базы данных, иллюстрации) целесообразно давать в *открытый* доступ – для научного сообщества и (само-)обучения специалистов и студентов.

4. Существующая конкуренция в доступе к *исходным данным* геофизических измерений глубоко порочна, она целесообразна лишь в сфере распределения *результатов* интерпретации данных. Нужно пересмотреть содержание интеллектуальной собственности: декларировать его не на *первичные данные* съёмок (журналы рейсов, матрицы данных), а на результаты их *обработки* (карты редукций и трансформаций поля и т.п.). Для этого целесообразно выработать общий для отрасли документ, регламентирующий новые отношения между производителями и потребителями научной информации.

5. Изменение методологии моделирования сложных геофизических процессов [9] на основе цифровых баз данных влечёт постепенную трансформацию геофизического образования в Украине, в частности, разработку новых дисциплин, форм обучения и т.п. Их объём и содержание могли бы стать предметом широкой дискуссии.

Литература

1. *Бычков С.Г., Симанов А.А.* Пути повышения информативности гравиметрических данных / XI Межд. конф. по геоинформатике: Теоретические и прикладные аспекты, 14-17 мая 2012 г., Киев, Карбон Лтд, 2012. – С. 14643. – CD.
2. *Дзюба О.В., Демидов В.К., Данилов А.В.* Порівняльна характеристика систем управління базами даних з метою побудови сервера геологічної бази даних / XI Межд. конф. по геоинформатике: Теоретические и прикладные аспекты, 14-17 мая 2012 г., Киев, Карбон Лтд, 2012. – С. 3584. – CD.
3. *Дубовенко Ю.И.* О трансформациях гравиполя с помощью задачи Алексидзе / XI Уральская мо-

лод. науч. школа по геофизике, 15–19 марта 2010 г., Екатеринбург. Сб. докл. – Екатеринбург, 2010. – С. 104–107.
4. *Дубовенко Ю.И.* Об определении погрешностей гравиметрических трансформаций // Геофиз. журн. – 2011. – **33**, № 1. – С. 136–146.
5. *Дубовенко Ю.И., Черная О.А.* О выборе нулевого приближения при определении сложного контакта // Геофиз. журн. – 2013. – **35**, № 1. – С. 159–178.
6. *Дубовенко Ю.И.* Об определении плотностных неоднородностей в классе Сретенского / XV Уральская молод. науч. школа по геофизике, 24–29 марта 2014 г., Екатеринбург. Сб. докл. – Екатеринбург, 2014. – С. 84–86.
7. *Дубовенко Ю.І.* Про нові принципи створення цифрових баз даних у гравіметрії / Інтеграція геопросторових даних у дослідженнях природних ресурсів, 27–28 лист. 2014 р., Київ: Матер. міжн. наук. конф. – Київ, 2014. – С. 17–20.
8. *Ентин В.*А, *Гуськов С.И., Орлюк М.И., Гинтов О.Б., Осьмак Р.В.* Карта абсолютных значений поля силы тяжести Украины и некоторые аспекты ее возможной интерпретации // Геофиз .журн. – 2015. – **37**, № 1. – С. 35–47.
9. *Николаев А.В.* Черты геофизики XXI века. – Москва: Наука, 2003. – С. 7–12.
10. *Старостенко В.И., Мацелло В.В., Аксак И.Н., Кулеш В.А., Легостаева О.В., Егорова Т.П.* Автоматизация ввода в компьютер изображений геофизических карт и построение их цифровых моделей // Геофиз. журн. – 1997. – **19**, № 1. – С. 3–13.
11. *Якимчик А.И.* Технология оцифровки карт фактического материала на основе программного обеспечения MapInfo Professional и CorelDraw // Геофиз .журн. – 2010. – 32, № 3. – С. 112–124.
12. *Якимчик А.И.* Об автоматизированной обработке карт аномалий силы тяжести масштаба 1:200000 с использованием ГИС-технологий / XI Межд. конф. по геоинформатике: Теоретические и прикладные аспекты, 14-17 мая 2012 г., Киев, Карбон Лтд, 2012. – С. 3534.
13. *Hinze W.J., Aiken C., Brozena J. et al*. New standards for reducing gravity data: The North American gravity database // Geophysics. – 2005. – 70, № 4. – Pp. J25–J32.

ЗАМІТКИ ЩОДО СТРАТЕГІЇ СТВОРЕННЯ ЦИФРОВИХ БАЗ ДАНИХ ГРАВІМЕТРІЇ В УКРАЇНІ

Дубовенко Ю.І.
Інститут геофізики ім. С.І. Субботіна НАН України, пр. Акад. Палладіна, 32, Київ, 03680, Україна, e-mail: nemishayeve@ukr.net

Сформульовано адекватні геофізичній практиці вимоги з оптимальності і точності щодо засобів інтерпретації даних потенціальних полів. Вказана необхідність переінтерпретації архівних даних, з метою створення геофізичних баз даних. Вказано, що головною проблемою є створення швидкісних рішень для оцифрування гравіметричних карт.
Узагальнено ряд напрямків, які обґрунтовують нову методологію створення гравіметричних (та інших) баз даних для території України. Запропоновано використовувати як:
- ядро бази даних – СУБД PostgreSQL;
- спосіб оцифрування паперових карт – модифікований спосіб А. Якимчика (вихідна інформація для оцифрування – не карти ізоліній, а журнал пунктів вимірювань;
- новий стандарт первинної обробки гравіметричних даних – адаптований спосіб С. Бичкова.

Рекомендовано додати в комплект карт для інтерпретації карти абсолютних значень поля сили тяжіння; об’єднати у відкритому інтерфейсі взаємодоповнюючі дані по ділянках досліджень. Для забезпечення методології рекомендовано змінити Інструкцію з гравірозвідки від 1980 р. Варто змінити не гриф секретності, а поняття інтелектуальної власності: замінити конкуренцію у доступі до *даних* вимірів конкуренцією *результатів* інтерпретації даних.

Ключові слова: гравіметрія, бази даних, оцифрування карт, переінтерпретація архівних даних, каталог гравіметричних пунктів, абсолютні значення сили тяжіння, новий стандарт.

ЗАМЕЧАНИЯ О СТРАТЕГИИ СОЗДАНИЯ ЦИФРОВЫХ БАЗ ДАННЫХ ГРАВИМЕТРИИ В УКРАИНЕ

Дубовенко Ю.И.
Институт геофизики им. С.И. Субботина НАН Украины, пр. Акад. Палладина, 32, г. Киев, 03680, Украина, e-mail: nemishayeve@ukr.net

Сформулированы адекватные геофизической практике требования к оптимальности и точности средств

интерпретации данных потенциальных полей. Указана необходимость переинтерпретации архивных данных, с целью создания геофизических баз данных. Указано, что главной проблемой является создания скоростных решений для оцифровки гравиметрических карт.
Обобщён ряд направлений, обосновывающих новую методологию создания гравиметрических (и других) баз данных для территории Украины. Предложено использовать в качестве:

- ядра базы данных – СУБД PostgreSQL;
- способа оцифровки бумажных карт – модифицированный способ А. Якимчика (исходная информация для оцифровки не карты изолиний, а журнал пунктов измерений;
- нового стандарта первичной обработки гравиметрических данных – адаптированный способ С. Бычкова.

Рекомендовано добавить в комплект карт для интерпретации карты абсолютных значений поля силы тяжести; объединить в открытом интерфейсе взаимодополняющие данные по участкам исследований. Для обеспечения методологии рекомендовано соответственно изменить Инструкцию по гравиразведке от 1980 г. Следует изменить не гриф секретности, а понятие интеллектуальной собственности: заменить конкуренцию в доступе к *данным* измерений конкуренцией *результатов* интерпретации данных.

Ключевые слова: гравиметрия, базы данных, оцифровка карт, переинтерпретация архивных данных, каталог гравиметрических пунктов, абсолютные значения силы тяжести, новый стандарт.

THE REMARKS ON THE STRATEGY OF THE DIGITAL GRAVITY DATABASES BUILDING IN UKRAINE

Dubovenko Yu.I.
Institute of Geophysics after S.I. Subbotin name of NAS of Ukraine, Kyiv, Ukraine, nemishayeve@ukr.net

Purpose of the research note is to design gravity surveys database conditions due to its improved precision and to the advanced software for the processing and interpretation of gravity data. The note formulates adequate requirements to the modern geophysical practice by the optimal precision for the interpretation means of the potential fields' data. Main trends of reinterpretation of data being stored in the archives are pointed out to create a unified digital framework for the geophysical databases. We denote that the main problems on this way there are the creation of high-speed solutions for digitization of maps and the creation of digital databases on modern OS platforms.
Design/methodology/approach. In unique approach a series of separate branches are generalized, justifying the creation of a new methodology for gravity (and other) databases for the territory of Ukraine.
Findings. In particular, we suggest the follow series of enhancements:

- As a database engine, one should use a PostgreSQL db management system;
- As a method of paper maps digitizing one should use the modified A. Yakimchik technique (where an input for digitizing is not the *contour maps*, but the *measurements log* (map of the observation points converted into the digital grid map of gravity anomalies); the technique is updated by the open-source analogues of given proprietary software;
- As a new standard of preprocessing of gravity data one should to use the adapted technique of S. Bychkov for counting the layer curvature, relief contribution and indirect effects; one should develop its own parameters for calculating of gravity corrections for the spherical layer impact and other effects on the territory of Ukraine).

Practical value/implications. We also recommend adding the maps of the absolute values of the gravity field to the standard set of maps for the interpretation. For this reason, we suggest to change the Instructions on gravity surveys of 1980. To ensure the database universality one should combine in a united interface of thematic portal with the public access not only the gravity data but also the complementary data on the area of research. The proper way to do all the strategy of gravity databases building is to change not the secrecy bar on gravity data, but the concept of intellectual property itself: to replace competition within the access to measurements data by the competition on the results of data interpretation.

Keywords: gravimetry, databases, maps digitizing, reinterpretation of archive data, catalogue of gravity stations, absolute values of gravity, new standard.

References

1. Bychkov S.G., Simanov A.A. *Puti povysheniya informativnosti gravimetricheskih dannyh* [Ways to increase the informativity of gravity data]. *XI Mezhdunarodnaya conferentsiya po geoinformatike: Teoreticheskiye i prikladniye aspekty* [XI Int. conf. on geoinformatics: Theoretical and applied aspects, on May, 14-17, 2012, Kiev]. Kyiv, Carbon Ltd, 2012, CD, 14643.pdf.
2. Dziuba O.V., Demydov V.K., Danylov A.V. *Porivnyalna kharakterystyka system upravlinnya bazamy danykh z metoyu pobudovy server geologichnoyi bazy danykh* [Comparative description of database management systems for the construction of geological database server]. *XI Mezhdunarodnaya conferentsiya po geoinformatike: Teoreticheskiye i prikladniye aspekty* [XI Int. conf. on geoinformatics: Theoretical and applied aspects, on May 14-17, 2012, Kiev]. Kiev, Carbon Ltd, 2012. CD, 3584.pdf.

3. *Dubovenko Yu.I. O transformatsiyakh gravipolya s pomoshchyu zadachi Aleksidze* [On the transformations of gravity with the help of Alexidze problem]. *XI Uralskaya molodezhnaya nauchnaya shkola po geofizike. Sbornik dokladov* [XI Ural young scientists school on geophysics, on March, 15–19, 2010, Ekaterinburg]. Collect. Theses, Ekaterinburg, 2010, pp. 104–107.
4. Dubovenko Yu.I. *Ob opredeleniyi pogreshnostey gravimetricheskikh transformatsiy* [On the definition of errors of gravity transformations]. *Geofizicheskii zhurnal* [Geophysical Journal], 2011, vol. 33, no. 1, pp. 136–146.
5. Dubovenko Yu.I., Chornaya O A. *O vybore nulevogo priblizheniya pri opredelenii slozhnogo kontakta* [On the choice of a zero approximation at the definition of complicated contact]. *Geofizicheskii zhurnal* [Geophysical Journal], 2013, vol. 35, no. 1, pp. 159–178.
6. Dubovenko Yu.I. *Ob opredelenii plotnostnykh neodnorodnostey v klasse Sreteskogo* [On the definition of the density inhomogeneities within the Sretenskii class]. *XV Uralskaya molodezhnaya nauchnaya shkola po geofizike. Sbornik dokladov* [XV Ural young scientists school on geophysics, March, 24–29, 2014, Ekaterinburg]. Collect. Theses, Ekaterinburg, 2014, pp. 84–86.
7. Dubovenko Yu.I. *Pro novi pryntsypy stvorennya tsifrovykh baz danykh u gravimetrii* [On the new principles of creation of digital databases in a gravimetry]. *Integratsiya geoprostorovykh danykh u doslidzhennyakh pryrodnykh resursiv. Kyiv, Materialy mizhnarodnoyi naukovoyi konferentsii* [Integration of geospace data into researches of natural resources, November 27–28, 2014, Kyiv. Coll. of Int. sci. conf., Kyiv, 2014, pp. 17–20.
8. Entin V.A., Guskov S.I., Orliuk M.I.,Gintov O.B., Osmak R.V. *Karta absolutnykh znachenii polya sily tyazhesti Ukrainy i nekotoryye aspekty ee vozmozhnoi interpretatsii* [Map of absolute values of the gravity field of Ukraine and some aspects of its possible interpretation]. *Geofizicheskii zhurnal* [Geophysical Journal], 2015, vol. 38, no. 1, pp. 53–61.
9. Nykolaev A.V. *Osobennosti geofiziki XXI veka* [Features of geophysics of XXI century]. Moscow, Science, 2003, pp. 7–12.
10. Starostenko V.I., Matsello V.V., Aksak I.N., Kulesh V.A., Legostayeva O.V., Egorova T.P. *Avtomatizatsia vvoda v komputer izobrajeniy geofizicheskih kart i postroenie ikh tsifrovyh modeley* [Automation of input into computer of the geophysical maps images and building of its digital models]. *Geofizicheskii zhurnal* [Geophysical Journal], 1997, vol. 19, no. 1, pp. 3–13.
11. Yakimchik A.I. *Tekhnologiya otsifrovki kart fakticheskogo materiala na osnove programmnogo obespecheniya MapInfo i CorelDraw* [Technology of digitizing of maps of factual material on the basis of software MapInfo Professional and CorelDraw], *Geofizicheskii zhurnal* [Geophysical Journal], 2010, vol. 32, no. 3, pp. 112–124.
12. Yakimchik A.I. *Ob avtomatizirovannoy obrabotke kart anomaliy sily tyazhesti masshtaba 1:200 000 s ispolzovaniyem GIS-tekhnologiy* [On the automated processing of maps of gravity anomalies of scale of 1:200 000 with the use of GIS-techniques]. *XI Mezhdunarodnaya conferentsiya po geoinformatike: Teoreticheskiye i prikladniye aspekty* [XI Int. conf. on geoinformatics: Theoretical and applied aspects, on May, 14-17, 2012, Kiev]. Kyiv, Carbon Ltd, 2012, CD, 3534.pdf.
13. *Hinze W.J., Aiken C., Brozena J. et al*., New standards for reducing gravity data: The North American gravity database, Geophysics, 2005, vol. 70, no. 4, pp. J25–J32.